



21世纪高职高专计算机类专业规划教材

交换与路由技术 实用教程

■ 谭方勇 顾才东 主 编
■ 秦云涛 方立刚 副主编



中国电力出版社

www.infopower.com.cn



21世纪高职高专计算机类专业规划教材

交换与路由技术 实用教程

■ 谭方勇 顾才东 主 编
■ 秦云涛 方立刚 副主编



中国电力出版社

www.infopower.com.cn

内容提要

本书采用理论与实践相结合的案例教学方式,结合完整清晰的操作步骤,全面介绍了交换机与路由器的基本配置、管理技巧以及基于交换技术的网络组建过程。主要内容包括网络互联技术基础、网络互联设备、交换机配置基础、虚拟局域网及其配置、冗余链路与生成树协议、路由器的基本配置、IP 路由技术、网络设备管理和流量管理、网络地址转换 NAT、网络工程案例设计等。

本书可以作为高职高专院校的相关专业的计算机网络课程教材,也可以作为计算机网络工程师的培训教程,还可以供计算机网络工程爱好者和网络工程技术人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

交换与路由技术实用教程 / 谭方勇, 顾才东主编. —北京: 中国电力出版社, 2008

21 世纪高职高专计算机类专业规划教材

ISBN 978-7-5083-7172-6

I. 交... II. ①谭... ②顾... III. ①计算机网络—信息交换机—高等学校: 技术学校—教材 ②计算机网络—路由选择—高等学校: 技术学校—教材 IV. TN915.05

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 088693 号

丛 书 名: 21 世纪高职高专计算机类专业规划教材

书 名: 交换与路由技术实用教程

出版发行: 中国电力出版社

地 址: 北京市三里河路 6 号

邮政编码: 100044

电 话: (010) 68362602

传 真: (010) 68316497, 88383619

服务电话: (010) 58383411

传 真: (010) 58383267

E-mail: infopower@cepp.com.cn

印 刷: 航远印刷有限公司

开本尺寸: 185mm×233mm 印 张: 16 字 数: 337 千字

书 号: ISBN 978-7-5083-7172-6

版 次: 2008 年 7 月北京第 1 版

印 次: 2008 年 7 月第 1 次印刷

印 数: 0001—3000 册

定 价: 25.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

前 言

本书内容主要包括局域网和广域网配置、交换机和路由器的示例、交换机和路由器 IOS 系统、交换机 VLAN 配置、生成树协议与端口安全、路由器的路由配置、访问控制列表与 NAT 配置、网络模拟软件 Boson NetSim 和 Boson Network Designer 的使用、网络工程案例规划设计与配置等内容。

本书将理论与实践相结合,注重动手能力、创新能力以及实际企业网络管理能力的训练;力求重点突出、言简意赅。主要围绕知识和技能的结合,循序渐进地培养学生的综合应用能力。

本书可以作为高职高专院校计算机相关专业教材,也可以作为计算机网络管理员、工程技术人员培训教程,还可以作为网络认证考试的参考资料。

作者根据多年从事网络工程建设、网络设备管理教学、科研工作的实践经验编写了此书,在编写的过程中,力求使本书具有以下特点:

1. 灵活

本书配有专用网站,提供相应的教辅课件、习题以及重点难点动画演示,向学生提供尽可能灵活、新颖直接的教学方式和学习途径,培养学生对网络设备使用和管理的能力。

2. 特色

(1) 信息交流。借助配套网站,可以与建立起共同学习和交流的平台,进一步了解感兴趣的内容——浏览视频。参加网络工程师认证咨询、培训和考试,了解相关知识和发展动态。

(2) 实际案例。通过制作各种网络工程大小案例,由简单到综合、使学生将理论与实践相结合,将所学知识和技能与实际网络工程相联系,更具实战性。

(3) 关于本书。将教材与实验、实训、案例、习题以及网络工程师认证内容相结合,形成一个系统配套的整体,既可以学习理论、又可以熟悉实践,并能熟悉网络工程师认证考试,以备考证。

(4) 补充材料。提供教学大纲、课件和辅助教学资料,提示教师如何有效地组织教学。

本书由苏州市职业大学的谭方勇、顾才东担任主编,对本书的编写思路与大纲进行了总体策划,指导全书的编写工作;秦云涛、方立刚担任副主编。谭方勇编写第 3~5 章及附录、顾才东编写第 8~10 章,秦云涛编写第 6、7 章,方立刚编写第 1、2 章。

由于时间仓促,书中难免存在不妥之处,敬请读者原谅,并提出宝贵意见。作者 E-mail 地址: tanfy@126.com。

作者

2008 年 4 月

目 录

前 言

第 1 章 网络互联技术基础.....	1
1.1 网络体系结构基础.....	1
1.2 局域网技术	10
1.3 广域网技术	13
1.4 网络实验环境搭建.....	16
1.5 实验 网络模拟软件 Boson NetSim	18
本章小结	20
习题	20
第 2 章 网络互联设备概述.....	21
2.1 中继器与集线器	21
2.2 网桥与交换机	23
2.3 路由器与三层交换机.....	28
2.4 网关与防火墙	33
2.5 路由器和交换机结构.....	35
2.6 网络规划与设计	42
2.7 实验 了解网络拓扑图及网络互联设备标识.....	44
2.8 实训 校园网络规划设计	46
本章小结	47
习题	47
第 3 章 交换机配置基础	48
3.1 交换机初始化安装配置.....	48
3.2 交换机 IOS 命令模式	52
3.3 交换机的常用命令.....	55
3.4 配置 2 层和 3 层交换机端口	58
3.5 实验 交换机的基本配置.....	67
3.6 实训 交换机的启动和基本设置的操作.....	69
本章小结	76
习题	76

第 4 章 虚拟局域网及其配置	77
4.1 VLAN 概述	77
4.2 VLAN 的配置	79
4.3 VLAN Trunks 的配置	81
4.4 VLAN 中继配置	83
4.5 VLAN 间通信	85
4.6 实验 1 单个交换机的 VLAN 配置	89
4.7 实验 2 VLAN 主干道配置	93
4.8 实训 在 Catalyst 2950 交换机上配置 VTP	96
本章小结	99
习题	100
第 5 章 冗余交换链路与生成树协议	101
5.1 交换机网络中的冗余链路	101
5.2 生成树协议	104
5.3 配置生成树	107
5.4 实验 1 STP 基本配置	113
5.5 实验 2 RSTP 快速生成树配置	115
5.6 实训 生成树及负载均衡配置	118
本章小结	123
习题	123
第 6 章 路由器的基本配置	124
6.1 路由器初始化安装配置	124
6.2 命令模式	128
6.3 路由器的常用命令	131
6.4 实验 1 路由器命令行和全局配置	134
6.5 实验 2 路由器端口的的基本配置	137
6.6 实训 路由器启动及端口的的基本设置	141
本章小结	146
习题	146
第 7 章 IP 路由技术	147
7.1 什么是路由	147
7.2 路由算法	148
7.3 路由协议	149
7.4 静态路由和默认路由	151
7.5 动态路由	154

7.6	RIP 配置	156
7.7	OSPF 配置	159
7.8	实验 1 直连路由、静态路由和默认路由	160
7.9	实验 2 RIP 配置	164
7.10	实验 3 OSPF 单区路由	168
7.11	实训 路由协议的配置	172
	本章小结	174
	习题	174
第 8 章	网络设备管理和流量管理	175
8.1	网络设备管理——CDP	175
8.2	流量管理——ACL 访问控制列表	181
8.3	实验 1 CDP 协议	191
8.4	实验 2 标准和扩展 ACL	193
8.5	实训 ACL 实训	199
	本章小结	200
	习题	200
第 9 章	网络地址转换 NAT	201
9.1	NAT 技术的概念和用途	201
9.2	NAT 技术的应用	204
9.3	NAPT 网络地址端口转换	206
9.4	常规 NAT 操作和 NAT 的配置	211
9.5	实训 静态 NAT、动态 NAT 和 PAT	215
	本章小结	222
	习题	222
第 10 章	网络工程案例设计	223
10.1	案例 1 交换机配置	223
10.2	案例 2 IP 路由的配置	227
10.3	案例 3 构建企业的 NAT 系统	228
10.4	综合实训 千兆校园网示例	230
	本章小结	231
	习题	232
附录 A	Cisco 设备的识别及其命名规则	233
附录 B	Cisco 交换机和路由器的基本命令	238
附录 C	交换机和路由口令恢复	244
	参考文献	246

第 1 章 网络互联技术基础

教学提示：本章主要介绍计算机网络的体系结构（主要是 OSI 参考模型和 TCP/IP 模型）、局域网和广域网技术概述以及计算机网络实验环境搭建步骤。

教学要求：掌握 OSI 参考模型和 TCP/IP 模型，熟悉局域网和广域网的特点和常用技术。

局域网技术的日趋完善使得计算机技术向网络化、集成化方向快速发展，越来越多的局域网之间要求互相连接、实现更广泛的数据通信和资源共享。而网络互联技术的基础知识，则是掌握网络互联技术的前提和基础。

1.1 网络体系结构基础

所谓网络体系就是为了完成主机之间的通信，把网络结构划分为有明确功能的层次，并规定了同层次虚通信的协议及相邻层之间的接口及服务。因此，网络的层次结构模型与各层协议和层间接口的集合统称为网络体系结构（Network Architecture）。

网络的体系结构是一组设计原则，是一个抽象的概念，只解决“做什么”的问题，而不涉及“怎么做”。

1.1.1 OSI 参考模型简介

OSI/RM（Open System Interconnection）开放系统互联参考模型：由国际标准化组织（ISO）在 20 世纪 70 年代后期提出，目的是为了使两个不同的系统能够较容易地通信，而不需要改变底层的硬件或软件的逻辑，从而实现异种系统互联。OSI 模型并不是协议，它是设计灵活的、稳健的、可互操作的网络体系结构的可用模型。

“开放”：表示任何两个遵守 OSI 标准的系统可以互联；

“系统”：指计算机、终端或外部设备等。

1. OSI 参考模型的层次结构

OSI 参考模型，如图 1-1 所示。

2. OSI 参考模型中的数据传输过程

在 OSI 参考模型中，不同主机对等层之间按相应协议进行通信，同一主机不同层之间通过接口进行通信。除了最底层的物理层是通过传输介质进行物理数据传输外，其他对等层之间的通信均为逻辑通信。在这个模型中，每一层将上层传递过来的通信数据加上若干

控制位后再传递给下一层，最终由物理层传递到对方物理层，再逐级上传，从而实现对等层之间的逻辑通信，如图 1-2 所示。

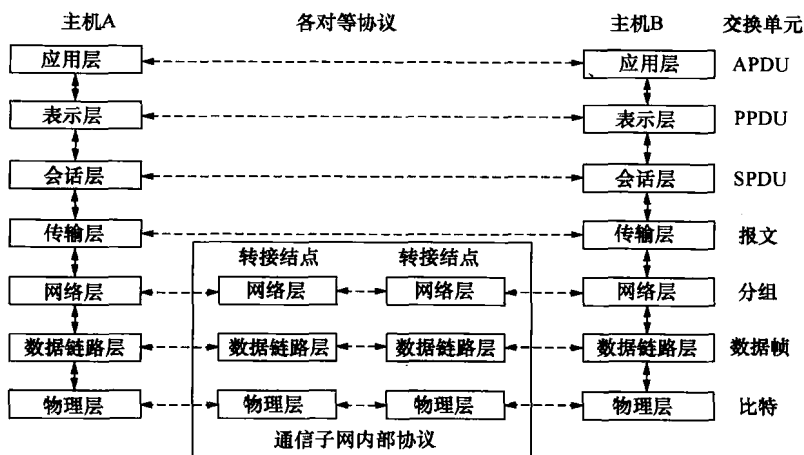


图 1-1 OSI 参考模型

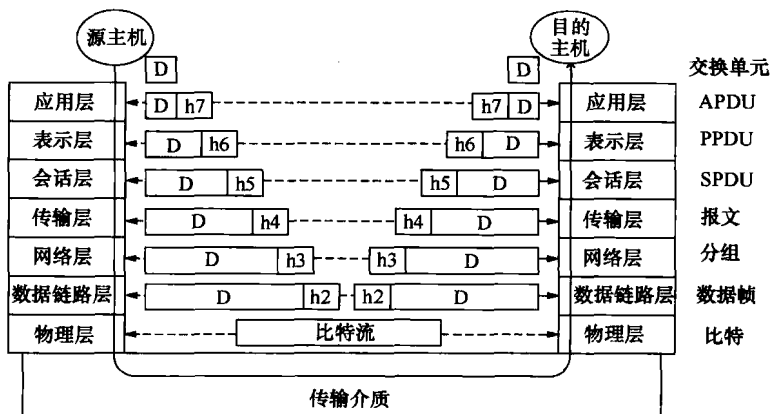


图 1-2 OSI 参考模型中的数据传输过程

3. 各层的主要功能与协议

1) 物理层

物理层是 OSI 参考模型的最底层，其任务就是为它的上一层提供一个传输数据的物理连接。在这一层，数据仅作为原始的比特流（bit 流）进行处理。

物理层主要功能：该层规定了网络设备之间的物理接口特性及通信规则，即规定了为建立、维护和拆除物理链路（通信结点之间的物理路径）所需的机械、电气、功能和规程特性。其作用是确保比特流在物理信道上传输。

物理层协议（标准）的内容：物理层接口协议实际上是 DTE 和 DCE 或其他通信设备

之间的一组约定，主要解决网络结点与物理信道如何连接的问题。

(1) 机械特性。规定物理连接器的规格尺寸、插针或插孔的数量和排列情况、相应通信介质的参数和特性等。例如，PC 机上的 COM1 和 COM2 接口称为 RS-232 接口，使用的是典型的物理层协议 RS-232C。

EIA RS-232C 是一种目前使用最广泛的串行物理接口，其定义的连接器的机械特性主要有以下两点：建议使用 25 针连接器 (DB-25)；在 DTE 一侧采用孔式插座形式，DCE 一侧采用针式插头形式，并对连接器的尺寸、针或孔芯的排列位置等都作了确切的规定，如图 1-3 所示。

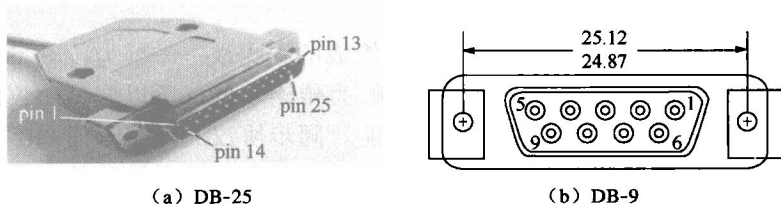


图 1-3 RS-232C 规定的连接器的机械特性

(2) 电气特性。电气特性规定了在链路上传输二进制比特流有关的电路特性，如信号电压的高低、阻抗匹配、传输速率和距离限制等，通常包括发送器和接收器的电气特性以及与互联电缆相关的有关规则等。

(3) 功能特性。功能特性规定各信号线的功能或作用。信号线按功能可分为数据线、控制线、定时线和接地线等。

(4) 规程特性。规程特性定义 DTE 和 DCE 通过接口连接时，各信号线进行二进制位流传输的一组操作规程（动作序列），如怎样建立、维持和拆除物理连接，全双工还是半双工操作等。

2) 数据链路层

数据链路层是 OSI 参考模型的第二层，该层解决两个相邻结点之间的通信问题，实现两个相邻结点链路上无差错的协议数据单元传输。数据链路层传输的协议数据单元称为数据帧。数据帧首部和尾部含有对等数据链路进程需要使用的协议信息。头部的信息包括发送结点和接收结点的地址 (MAC 地址) 以及错误校验信息等。

数据链路层的功能：

(1) 数据链路的管理。和物理层相似，数据链路层要负责建立、维持和释放数据链路的连接。在局域网中，数据链路层又被划分为逻辑链路控制子层和介质访问控制子层。

(2) 帧同步。帧同步要解决的问题是接收方如何能从收到的比特流中准确地区分出一帧的开始和结束。一般可采用字节计数法、字符填充法、比特填充法和违法编码法等方法 (目前普遍使用的是后两种)。

(3) 差错控制。差错控制是指在数据通信过程中发现能检测或纠正差错，并将差错限

制在尽可能小的允许范围内。差错检测可通过差错控制编码来实现；而差错纠正则通过差错控制方法来实现。

(4) 流量控制。如果发送结点的发送能力大于接收结点的接收能力，将导致接收方来不及接收。流量控制所要解决的就是控制发送方的速率，使其不超过接收方所能承受的能力。

数据链路控制协议可分为异步协议和同步协议两类：

(1) 异步协议以字符为独立的信息传输单位，在每个字符的起始处对字符内的比特实现同步，但字符与字符之间的间隔时间是不固定的（即字符之间是异步的）。由于每个传输字符都要添加诸如起始位、校验位、停止位等冗余位，故信道利用率很低，一般用于数据速率较低的场合。

(2) 同步协议是以许多字符或许多比特组织成的数据块——帧为传输单位，在帧的起始处同步，使帧内维持固定的时钟。由于采用帧为传输单位，所以同步协议能更有效地利用信道，也便于实现差错控制、流量控制等功能。同步协议又可分为面向字节计数的同步协议、面向字符的同步协议和面向比特的同步协议。其中，面向比特的同步协议的典型代表是 HDLC (High-level Data Link Control)。

HDLC 协议的特点是：不依赖于任何一种字符编码集；实现透明传输的“0 比特插入/删除法”易于硬件实现；全双工通信，不必等待确认便可连续发送数据，有较高的数据链路传输效率；所有帧均采用 CRC 校验；对信息帧进行顺序编号，可防止漏收或重发，传输可靠性高等。

3) 网络层

网络层是 OSI 参考模型中的第三层，是通信子网的最高层。网络层关系到通信子网的运行控制，体现了网络应用环境中资源子网访问通信子网的方式。

网络层的主要任务是设法将源结点发出的数据包传送到目的结点，从而向运输层提供最基本的端到端的数据传送服务。

网络层的主要功能：

(1) 为传输层提供服务。网络层提供的服务有两类：面向连接的网络服务和无连接的网络服务。虚电路服务是网络层向运输层提供的一种使所有数据包按顺序到达目的结点的可靠的数据传送方式，进行数据交换的两个结点之间存在着一条为它们服务的虚电路；而数据报服务是不可靠的数据传送方式，源结点发送的每个数据包都要附加地址、序号等信息，目的结点收到的数据包不一定按序到达，还可能出现数据包的丢失现象。

典型的网络层协议是 X.25，它是由 ITU-T（国际电信联盟电信标准部）提出的一种面向连接的分组交换协议。

(2) 组包和拆包。在网络层，数据传输的基本单位是数据包（也称为分组）。在发送方，传输层的报文到达网络层时被分为多个数据块，在这些数据块的头部和尾部加上一些相关控制信息后，即组成了数据包（组包）。数据包的头部包含源结点和目的结点的网络地址（逻辑地址）。在接收方，数据从低层到达网络层时，要将各数据包原来加上的包头和包尾等控

制信息去掉（拆包），然后组合成报文，送给传输层。

（3）路由选择。路由选择也叫做路径选择，是根据一定的原则和路由选择算法在多结点的通信子网中选择一条最佳路径。确定路由选择的策略称为路由算法。

在数据报方式中，网络结点要为每个数据包作出路由选择；而在虚电路方式中，只需在建立连接时确定路由。

（4）流量控制。流量控制的作用是控制阻塞，避免死锁。

网络的吞吐量（数据包数量/秒）与通信子网负荷（即通信子网中正在传输的数据包数量）有着密切的关系。

为防止出现阻塞和死锁，需进行流量控制，通常可采用滑动窗口、预约缓冲区、许可证和分组丢弃4种方法。

路由选择算法：

路由算法很多，大致可分为静态路由算法和动态路由算法两类。

（1）静态路由算法。静态路由算法又称为非自适应算法，是按某种固定规则进行的路由选择。其特点是算法简单、容易实现，但效率和性能较差。属于静态路由算法的有以下几种：最短路由选择、扩散式路由选择、随机路由选择和集中路由选择。

（2）动态路由算法。动态路由算法又称为自适应算法，是一种依靠网络的当前状态信息来决定路由的策略。这种策略能较好地适应网络流量、拓扑结构的变化，有利于改善网络的性能；但算法复杂，实现开销大。属于动态路由算法的有以下几种：分布式路由选择策略和集中式路由选择策略。

4) 传输层

传输层的任务是根据通信子网的特性最佳地利用网络资源，为两个端系统的会话层之间提供建立、维护和取消传输连接的功能，负责端到端的可靠数据传输。在这一层，信息传送的协议数据单元称为段或报文。

网络层只是根据网络地址将源结点发出的数据包传送到目的结点，而传输层则负责将数据可靠地传送到相应的端口。

计算机网络中的资源子网是通信的发起者和接收者，其中的每个设备称为端点；通信子网提供网络中的通信服务，其中的设备称为结点。OSI参考模型中用于通信控制的是下面四层，但它们的控制对象不一样。

传输层提供了主机应用程序进程之间的端到端的服务，基本功能如下：

- （1）分割与重组数据；
- （2）按端口号寻址；
- （3）连接管理；
- （4）差错控制和流量控制。

传输层要向会话层提供通信服务的可靠性，避免报文的出错、丢失、延迟时间紊乱、重复、乱序等差错。

传输层的服务类型：传输层既是 OSI 层模型中负责数据通信的最高层，又是面向网络通信的低三层和面向信息处理的高三层之间的中间层。该层弥补高层所要求的服务和网络层所提供的服务之间的差距，并向高层用户屏蔽通信子网的细节，使高层用户看到的只是在两个传输实体间的一条端到端的、可由用户控制和设定的、可靠的数据通路。

5) 会话层

会话层、表示层和应用层是 OSI 模型中面向信息处理的高层，对这三层的功能实现目前还没有形成统一的标准。在 TCP/IP 这个事实上的网络体系结构中，高层只有应用层，没有设置会话层和表示层。

会话层也称为对话层或会晤层，该层利用运输层提供的服务，组织和同步进程间的通信，提供会话服务、会话管理和会话同步等功能，如图 1-4 所示。

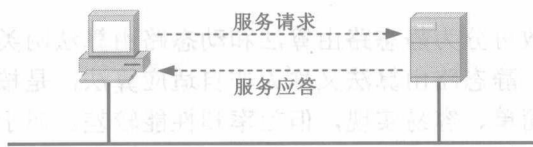


图 1-4 会话层协调端—端系统通信时的服务请求和应答

会话层不参与具体的数据传输，仅提供包括访问验证和会话管理在内的建立和维护应用程序间通信的机制，如服务器验证用户登录便是由会话层完成的。

(1) 会话服务。会话层服务包括会话连接管理服务、会话数据交换服务、会话交互管理服务、会话连接同步服务和异常报告服务等。会话服务过程可分为会话连接建立、报文传送和会话连接释放三个阶段。

(2) 会话控制。从原理上说，OSI 中的所有连接都是全双工的。

会话层通过令牌来进行会话的交互控制。令牌是会话连接的一个属性，表示使用会话的独占权：拥有令牌的一方才有权发送数据。令牌是可以申请的，各个端系统对令牌的使用权可以具有不同的优先级。

(3) 会话同步。所谓同步就是使会话服务用户对会话的进展情况都有一致的了解，在会话被中断后可以从中断处继续下去，而不必从头恢复会话。

6) 表示层

这一层主要处理流经端口的数据代码的表示方式问题，主要包括如下服务：

(1) 数据表示。解决数据的语法表示问题，如文本、声音、图形图像的表示，即确定数据传输时的数据结构。

(2) 语法转换。为使各个系统间交换的数据具有相同的语义，应用层采用的是对数据进行一般结构描述的抽象语法，如使用 ISO 提出的抽象语法标记 ASN.1。表示层为抽象语法指定一种编码规则，便构成一种传输语法。

(3) 语法选择。传输语法与抽象语法之间是多对多的关系，即一种传输语法可对应于

多种抽象语法，而一种抽象语法也可对应于多种传输语法。所以传输层应根据应用层的要求，选择合适的传输语法传送数据。

(4) 连接管理。利用会话层提供的服务建立表示连接，并管理在这个连接之上的数据传输和同步控制，以及正常或异常地释放这个连接。

7) 应用层

应用层是 OSI 参考模型的最高层，是用户与网络的接口。应用层通过支持不同应用协议的程序来解决用户的应用需求，如文件传输、远程操作和电子邮件服务等。

应用层提供的典型服务和协议如下：

- (1) FTAM (File Transfer, Access and Management);
- (2) MHS (Message Handling System);
- (3) VTP (Virtual Terminal Protocol);
- (4) DS (Directory Service);
- (5) CMIP (Common Management Information Protocol)。

1.1.2 TCP/IP 参考模型简介

TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) 即传输控制协议/网际协议，是一组用于实现网络互联的通信协议，是 Internet 上所使用的基础协议。

1. TCP/IP 协议簇简介

Internet 网络体系结构是以 TCP/IP 为核心的。基于 TCP/IP 的参考模型与 OSI 参考模型相比，结构更为简单，两者之间的对应关系如图 1-5 所示。

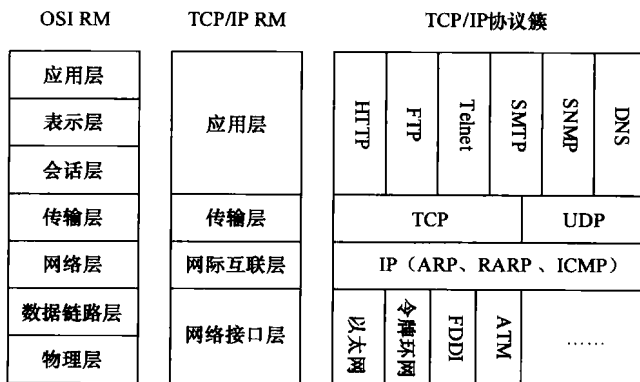


图 1-5 OSI RM 与 TCP/IP RM 的比较

2. TCP/IP 体系结构分层原理

TCP/IP 是一组协议，TCP/IP 体系结构的分层工作原理以及主机通过两个网络互联的结构示意如图 1-6 所示。

TCP 协议传送给 IP 的协议数据单元称作 TCP 报文段或简称为 TCP 段(segment); UDP 协议传送给 IP 的协议数据单元称作 UDP 数据报(datagram); IP 协议传送给网络接口层的协议数据单元称作 IP 数据报; 通过以太网传输的比特流称作数据帧(frame)。

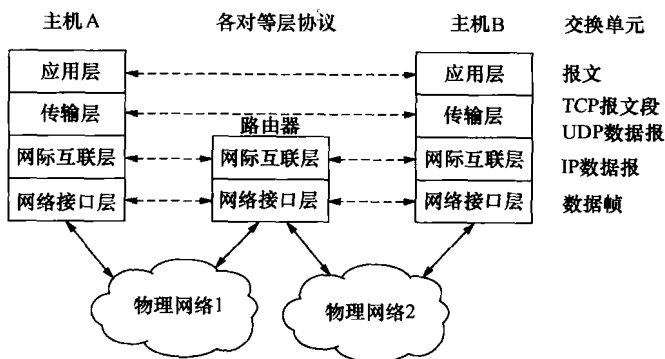


图 1-6 TCP/IP 分层工作示意

3. 各层的主要功能及协议

1) 网络接口层

网络接口层与 OSI 参考模型中的物理层和数据链路层相对应。网络接口层是 TCP/IP 与各种 LAN 或 WAN 的接口。

网络接口层在发送端将上层的 IP 数据报封装成帧后发送到网络上; 数据帧通过网络到达接收端时, 该结点的网络接口层对数据帧拆封, 并检查帧中包含的 MAC 地址。如果该地址就是本机的 MAC 地址或者是广播地址, 则上传到网络层, 否则丢弃该帧。

当使用串行线路连接主机与网络, 或连接网络与网络时(例如, 主机通过 Modem 和电话线接入 Internet)则需要在网络接口层运行 SLIP 或 PPP 协议。

2) 网际互联层

网际互联层对应于 OSI 参考模型的网络层, 其主要功能是解决主机到主机的通信问题, 以及建立互联网络。网间的数据报可根据它携带的目的 IP 地址, 通过路由器由一个网络传送到另一网络。

这一层有四个主要协议: 网际协议 (IP)、地址解析协议 (ARP)、反向地址解析协议 (RARP) 和 Internet 控制报文协议 (ICMP)。其中, 最重要的是 IP 协议。

(1) IP 协议。IP 协议的基本功能是提供无连接的数据报传送服务和数据报路由选择服务, 但不保证服务的可靠性。概括地说, IP 协议提供以下功能: IP 地址寻址、IP 数据报的分段和重组和 IP 数据报的路由转发。

(2) ARP 与 RARP 协议。上面提到的 IP 地址是一种逻辑地址, 而通过数据链路层传输时必须使用实际的物理地址, 即 MAC 地址。因此需要有一种能将 IP 地址转换为 MAC

地址的协议，ARP 就是这样一种地址解析协议。

(3) RARP 协议。RARP 称为反向地址解析协议，用于解决物理地址到 IP 地址的转换问题。

(4) ICMP 协议。由于 IP 协议提供的是一种不可靠的和无连接的数据报服务，为了对 IP 数据报的传送进行差错控制，对未能完成传送的数据报给出出错的原因，TCP/IP 协议簇在网际互联层提供了一个用于传递控制报文的 ICMP 协议，即 Internet 控制报文协议。

常用的检查网络连通性的 Ping 命令，其过程实际上就是 ICMP 协议工作的过程。

3) 传输层

传输层对应于 OSI 参考模型的传输层，提供端到端的数据传输服务。该层定义了两个主要的协议：传输控制协议 (TCP) 和用户数据报协议 (UDP)。

TCP 提供的是面向连接的可靠的传输服务；而 UDP 提供的是无连接的不可靠的传输服务，一般用于数据量比较小的传输。

(1) UDP 协议。由于 IP 只对数据报报头进行正确性校验，因此这里的校验和是使用 UDP 协议的传输层确定数据是否无错到达的唯一手段。通过校验和进行检错的方法简单易行，处理速度较快，但检错能力不强。

UDP 的功能与特点：UDP 直接利用 IP 协议来传送报文，没有烦琐的顺序控制、差错控制和流量控制等功能，因而它的服务和 IP 协议一样是无连接的和不可靠的，即 UDP 报文也会出现丢失、重复、失序等现象。

尽管 UDP 提供的是不可靠的服务，但是它开销小、效率高，因而适用于速度要求较高而功能简单的类似请求/响应方式的数据通信。通常采用 UDP 的应用层协议有 DNS、SNMP 和 TFTP（简单文件传输协议）等。需要说明的是，基于 UDP 的应用程序必须自己解决可靠性问题。

(2) TCP 协议。与 UDP 不同，TCP 提供的是一种可靠的、面向连接的数据传输服务。即进行通信的双方在传输数据之前，首先必须建立连接（类似虚电路）。此外，TCP 还具有确认与重传机制、差错控制和流量控制等功能，以确保报文段传送的顺序和传输无错。

4) 应用层

应用层对应于 OSI 参考模型的高三层，为用户提供所需要的各种服务。例如，目前广泛采用的 HTTP、FTP、TELNET 等是建立在 TCP 协议之上的应用层协议，不同的协议对应着不同的应用。下面简单介绍几个常用的协议。

(1) HTTP 协议。HTTP 即超文本传输协议是一种 Internet 上最常见的协议，用于从 WWW 服务器传输超文本文件到本地浏览器。用户通过 URL（Uniform Resource Locator）可链接到相应的 Web 服务器，并打开需访问的页面。HTTP 在 Client/Server 模式下工作。

(2) FTP 协议。FTP 协议使用户可以在本地机与远程机之间进行有关文件传输的相关操作，如上传、下载等。FTP 也在 Client/Server 模式下工作，一个 FTP 服务器可同时为多

个客户端提供服务，并能够同时处理多个客户端的并发请求。

(3) TELNET 协议。TELNET 是远程登录协议，也称为远程终端访问协议。使用该协议，通过 TCP 连接可登录（注册）到远程主机上，使本地机暂时成为远程主机的一个仿真终端，即把在本地机输入的每个字符传递给远程主机，再将远程主机输出的信息回显在本地机屏幕上。TELNET 也在 Client/Server 模式下工作，本地系统运行 TELNET 客户端进程，而在远程主机则运行 TELNET 服务器进程。

(4) SMTP 协议。SMTP 是简单邮件传输协议，规定在两个相互通信的 SMTP 进程之间应如何交换信息。SMTP 也使用 Client/Server 模式。因此，负责发送邮件的 SMTP 进程就是 SMTP 客户端，而负责接收邮件的 SMTP 进程就是 SMTP 服务器端。

(5) SNMP 协议。SNMP 即简单网络管理协议，它为网络管理系统提供了底层网络管理的框架。SNMP 协议的应用范围非常广泛，诸多种类的网络设备、软件和系统中都有所采用。

(6) DNS 协议。DNS 是一个域名服务的协议，提供域名到 IP 地址的转换，允许对域名资源进行分散管理。遵循 DNS 协议并能实现域名和 IP 地址之间双向转换的软件称为域名系统，它是一个处于应用层的联机分布式数据库系统。安装域名系统的计算机称为域名服务器，即 DNS 服务器。每个连到 Internet 的网络中都至少有一个 DNS 服务器，其中存有该网络中所有计算机的域名和对应的 IP 地址，通过与其他网络的 DNS 服务器相连就可以找到其他站点。

1.2 局域网技术

局域网是由一组计算机及相关设备通过共用的通信线路或无线连接的方式组合在一起的系统，它们在一个有限的地理范围进行资源共享和信息交换。就其技术性定义而言，它是通过特定类型的传输介质（如电缆、光缆和无线介质）和网络适配器（亦称为网卡）将计算机连接在一起，并受网络操作系统监控的网络系统。

典型的局域网由一台或多台服务器和若干个工作站组成。

局域网有着较高的数据传输速率，误码率也很低，但是对传输距离有一定的限制。而且同一个局域网中能够连接的结点数量也有一定的要求。局域网有很多种类，不同的局域网有着不同的特点和应用领域。

1.2.1 局域网的组成

局域网由网络硬件和网络软件两部分组成。网络硬件主要有：服务器、工作站、传输介质和网络连接部件等。网络软件包括网络操作系统、控制信息传输的网络协议及相应的协议软件、大量的网络应用软件等。如图 1-7 所示是一种比较常见的局域网。